

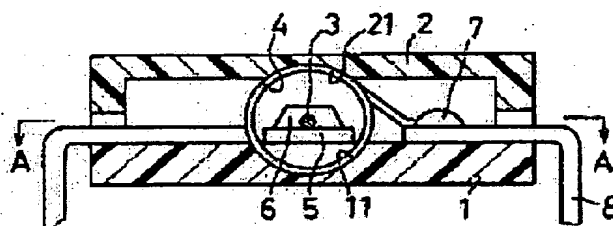
MAGNETIC IMPEDANCE SENSOR

Patent number: JP2001133530
Publication date: 2001-05-18
Inventor: MOTOKURA YOSHINOBU; YAMAMOTO MICHIHARU;
MORI KANEO
Applicant: AICHI STEEL WORKS LTD;; MORI KANEO;; JAPAN
SCIENCE & TECHNOLOGY CORP
Classification:
- **International:** G01R33/02; H01L43/00
- **European:**
Application number: JP19990315942 19991105
Priority number(s):

Abstract of JP2001133530

PROBLEM TO BE SOLVED: To allow highly precise magnetic field detection irrespective of external circumference change.

SOLUTION: Both end parts of a magnetism-sensitive amorphous member 3 are fixed to a pair of end part supporting parts 5 of a pedestal 1 individually, at least, one portion of an intermediate part between the both end parts of the amorphous member 3 is formed into a stringing part strung to the pedestal 1 without contacting directly or through a rigid body. That is, the amorphous member 3 is fixed to be supported in its both ends onto the pedestal 1, so as to bring at least one portion of the intermediate part into substantially hollow wiring.



Data supplied from the esp@cenet database - Patent Abstracts of Japan

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-133530

(P2001-133530A)

(43) 公開日 平成13年5月18日 (2001.5.18)

(51) Int.Cl.⁷

識別記号

F I

データベース(参考)

G 0 1 R 33/02

G 0 1 R 33/02

D 2 G 0 1 7

H 0 1 L 43/00

H 0 1 L 43/00

審査請求 未請求 請求項の数62 O L (全 23 頁)

(21) 出願番号 特願平11-315942

(22) 出願日 平成11年11月5日 (1999.11.5)

(71) 出願人 000116855

愛知製鋼株式会社

愛知県東海市荒尾町ワノ割1番地

(71) 出願人 000244383

毛利 佳年雄

愛知県名古屋市天白区島田黒石1213番地

(71) 出願人 396020800

科学技術振興事業団

埼玉県川口市本町4丁目1番8号

(74) 代理人 100081776

弁理士 大川 宏

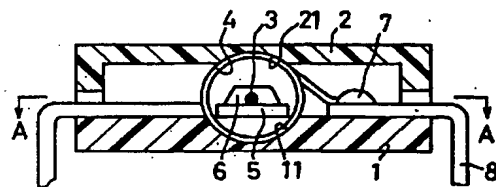
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 磁気インピーダンスセンサ

(57) 【要約】

【課題】 外的環境変化にもかかわらず高精度の磁界検出が可能な磁気インピーダンスセンサを提供すること。

【解決手段】 感磁アモルファス体3の両端部は台座1の一对の端部支持部5に個別に固定され、感磁アモルファス体3の両端部間の中間部の少なくとも一部は、台座1に対して直接に又は剛体を介して接触することなく架線される架線部となっている。すなわち、本構成では、感磁アモルファス体3は、台座1に両端支持されて、中間部の少なくとも一部が実質的に中空配線される。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 アモルファス金属からなる感磁アモルファス体を含む磁界検出部と、

前記感磁アモルファス体の両端部に接続されて前記感磁アモルファス体に長手方向に高周波電流を通電する電流源と、

外部磁界による前記感磁アモルファス体の磁気特性変化に相関を有して前記磁界検出部から出力される信号電圧を処理する検出回路部と、

を備える磁気インピーダンスセンサにおいて、

前記感磁アモルファス体の前記両端部が固定される一対の端部支持部を有して前記感磁アモルファス体を支持する台座を備え、

前記感磁アモルファス体の前記両端部間の中間部は、前記台座に対して剛体を介してあるいは直接に接触することなく配設された架線部を有することを特徴とする磁気インピーダンスセンサ。

【請求項 2】 請求項 1 記載の磁気インピーダンスセンサにおいて、

前記感磁アモルファス体の前記中間部は、すべて前記架線部からなることを特徴とする磁気インピーダンスセンサ。

【請求項 3】 請求項 1 記載の磁気インピーダンスセンサにおいて、

前記電流源は、前記感磁アモルファス体と直列に接続されて所定周期のパルス電圧が入力されて互いに逆動作する一対の半導体スイッチを有することを特徴とする磁気インピーダンスセンサ。

【請求項 4】 請求項 1 記載の磁気インピーダンスセンサにおいて、

前記検出回路部は、前記磁界検出部から入力される前記信号電圧を前記感磁アモルファス体への通電電流の急変期間に同期してサンプリングするサンプリング回路部を有することを特徴とする磁気インピーダンスセンサ。

【請求項 5】 請求項 1 記載の磁気インピーダンスセンサにおいて、

前記磁界検出部は、外部磁界による前記通電時の前記感磁アモルファス体の長手方向一半部又は第一の前記感磁アモルファス体のインピーダンス変化に相関を有する第一の信号電圧と、外部磁界による前記通電時の前記感磁アモルファス体の長手方向他半部又は第二の前記感磁アモルファス体のインピーダンス変化に相関を有する第二の信号電圧とを出力し、

前記検出回路部は、前記両信号電圧の和を出力することを特徴とする磁気インピーダンスセンサ。

【請求項 6】 請求項 1 記載の磁気インピーダンスセンサにおいて、

前記磁界検出部は、前記感磁アモルファス体に巻装したピックアップコイルを有し、

前記検出回路部は、前記ピックアップコイルから出力さ

れる信号電圧を処理することを特徴とする磁気インピーダンスセンサ。

【請求項 7】 請求項 1 記載の磁気インピーダンスセンサにおいて、

前記検出回路部は信号電圧が前記磁界検出部から入力される増幅部を有し、

前記増幅部及び前記磁界検出部は、非磁性の同一パッケージに収容され、

前記感磁アモルファス体の前記架線部は、前記パッケージに対して剛体を介してあるいは直接に接触することなく配設されることを特徴とする磁気インピーダンスセンサ。

【請求項 8】 請求項 7 記載の磁気インピーダンスセンサにおいて、

前記増幅部及び前記磁界検出部は、非磁性かつ電気絶縁性の同一パッケージに収容され、

前記感磁アモルファス体の前記架線部は、前記パッケージに対して剛体を介してあるいは直接に接触することなく配設されることを特徴とする磁気インピーダンスセンサ。

【請求項 9】 請求項 8 記載の磁気インピーダンスセンサにおいて、

前記感磁アモルファス体は、前記増幅部が集積された半導体チップ上に前記半導体チップに対して剛体を介してあるいは直接に接触することなく配設されることを特徴とする磁気インピーダンスセンサ。

【請求項 10】 請求項 1 記載の磁気インピーダンスセンサにおいて、

前記検出回路部は、前記磁界検出部から入力される前記信号電圧を前記感磁アモルファス体への通電電流の急変期間に同期してサンプリングするサンプリング回路部と、

前記磁界検出部から入力される前記信号電圧を増幅して前記サンプリング回路部に出力する増幅部と、

を有することを特徴とする磁気インピーダンスセンサ。

【請求項 11】 請求項 1 記載の磁気インピーダンスセンサにおいて、

前記検出回路部は、

一端が前記磁界検出部の出力端に直接又は電圧増幅器を通じて接続される直列接続コンデンサと、

前記直列接続コンデンサの他端と基準電圧端とを接続して前記感磁アモルファス体への通電に同期して前記直列接続コンデンサの前記他端を所定電位にリセットするリセットスイッチと、

を有することを特徴とする磁気インピーダンスセンサ。

【請求項 12】 請求項 11 記載の磁気インピーダンスセンサにおいて、

前記検出回路部は、一端が直列接続コンデンサの前記一端に、他端が基準電圧端に接続される放電抵抗を有することを特徴とする磁気インピーダンスセンサ。

【請求項13】 請求項1記載の磁気インピーダンスセンサにおいて、

前記端部支持部は、前記感磁アモルファス体の端部を前記台座に固定するとともに前記配線と前記感磁アモルファス体とを電氣的に接続する接合用金属部材を有することを特徴とする磁気インピーダンスセンサ。

【請求項14】 請求項13記載の磁気インピーダンスセンサにおいて、

前記端部支持部は、前記台座上に固定されて前記感磁アモルファス体に接合される台座を有し、

前記接合用金属部材は、前記感磁アモルファス体及び前記台座に接合されることを特徴とする磁気インピーダンスセンサ。

【請求項15】 請求項14記載の磁気インピーダンスセンサにおいて、

前記接合用金属部材は、前記配線の一部をなすボンディングワイヤからなることを特徴とする磁気インピーダンスセンサ。

【請求項16】 請求項15記載の磁気インピーダンスセンサにおいて、

前記接合用金属部材は、前記台座に固定されるとともに前記台座とともに前記感磁アモルファス体を挟持することを特徴とする磁気インピーダンスセンサ。

【請求項17】 請求項14乃至16のいずれか記載の磁気インピーダンスセンサにおいて、

前記感磁アモルファス体は、前記台座又は前記接合用金属部材に接する部位に選択的に金属薄膜を有し、

前記金属薄膜は、前記感磁アモルファス体よりも前記台座及び前記接合用金属部材の両方に対して優れた接合性を有することを特徴とする磁気インピーダンスセンサ。

【請求項18】 請求項13記載の磁気インピーダンスセンサにおいて、

開口端縁が前記台座に固定される囲包部材を有し、前記囲包部材は、前記感磁アモルファス体の少なくとも中間部を、前記台座とともに、前記感磁アモルファス体に対して非接触に密閉することを特徴とする磁気インピーダンスセンサ。

【請求項19】 請求項18記載の磁気インピーダンスセンサにおいて、

前記台座は、前記端部支持部に前記配線により接続されるとともに前記囲包部材の外部に突設される外部端子を有することを特徴とする磁気インピーダンスセンサ。

【請求項20】 請求項19記載の磁気インピーダンスセンサにおいて、

前記台座及び前記囲包部材は非磁性材料からなることを特徴とする磁気インピーダンスセンサ。

【請求項21】 請求項20記載の磁気インピーダンスセンサにおいて、

前記台座及び前記囲包部材は電気絶縁性材料からなることを特徴とする磁気インピーダンスセンサ。

10

【請求項22】 請求項18記載の磁気インピーダンスセンサにおいて、

前記感磁アモルファス体に非接触に巻装されるコイルを有し、前記コイルは、前記台座及び前記囲包部材内に収容されることを特徴とする磁気インピーダンスセンサ。

【請求項23】 請求項22記載の磁気インピーダンスセンサにおいて、

前記コイルは、電気絶縁性の前記台座上に配設されることを特徴とする磁気インピーダンスセンサ。

10

【請求項24】 請求項23記載の磁気インピーダンスセンサにおいて、

前記コイルは、電気絶縁性の前記台座及び前記囲包部材に挟持されることを特徴とする磁気インピーダンスセンサ。

【請求項25】 請求項22記載の磁気インピーダンスセンサにおいて、

前記台座に固定されて前記気密ケースに内蔵される増幅器を有し、前記増幅器は、前記コイルの両端から信号電圧が入力される入力端と、配線を通じて前記増幅器の出力電圧を前記配線端子に出力する出力端とを有することを特徴とする磁気インピーダンスセンサの感磁アモルファス体支持構造。

20

【請求項26】 請求項13記載の磁気インピーダンスセンサにおいて、

開口端縁が前記台座に固定されて、前記台座とともに前記感磁アモルファス体の中間部を感磁アモルファス体に対して非接触に囲包する囲包部材と、

前記台座及び前記囲包部材の外周に巻装されるコイルと、

30

を有することを特徴とする磁気インピーダンスセンサ。

【請求項27】 請求項13記載の磁気インピーダンスセンサの製造方法において、

前記端部支持部は、前記感磁アモルファス体の端部を前記台座に固定する接合用金属部材を有し、

前記感磁アモルファス体よりも軟質の接合用金属部材と前記台座とで前記感磁アモルファス体を挟んだ状態で前記接合用金属部材側から接合部へ接合エネルギーを与えて前記三者を接合することにより感磁アモルファス体を形成することを特徴とする磁気インピーダンスセンサの製造方法。

40

【請求項28】 請求項27記載の磁気インピーダンスセンサの製造方法において、

前記感磁アモルファス体よりも軟質の接合用金属部材と前記台座とで前記感磁アモルファス体を挟んだ状態で前記接合用金属部材側から接合部に超音波エネルギーを与えて前記三者を接合して感磁アモルファス体を形成することを特徴とする磁気インピーダンスセンサの製造方法。

50

【請求項29】 請求項28記載の磁気インピーダンスセンサの製造方法において、前記感磁アモルファス体

は、アモルファスワイヤからなることを特徴とする磁気インピーダンスセンサの製造方法。

【請求項30】 請求項29記載の磁気インピーダンスセンサの製造方法において、

前記接合用金属部材を、前記アモルファスワイヤとともに更に、前記アモルファスワイヤ近傍の前記台座とも接合させることを特徴とする磁気インピーダンスセンサの製造方法。

【請求項31】 請求項30記載の磁気インピーダンスセンサの製造方法において、

前記アモルファスワイヤの両側に配置した前記接合用金属部材の両端部を前記台座にそれぞれ接合することを特徴とする磁気インピーダンスセンサの製造方法。

【請求項32】 請求項31記載の磁気インピーダンスセンサの製造方法において、

前記超音波エネルギーにより前記接合用金属部材を変形させて前記アモルファスワイヤと前記台座との接合部の側端縁を被覆させることを特徴とする磁気インピーダンスセンサの製造方法。

【請求項33】 請求項29記載の磁気インピーダンスセンサの製造方法において、前記アモルファスワイヤに対して前記台座と同等以上の接合性を有する第二の接合用金属部材を、前記アモルファスワイヤと前記台座との間に介在させた状態で前記接合を実施することを特徴とする磁気インピーダンスセンサの製造方法。

【請求項34】 請求項27乃至33のいずれか記載の磁気インピーダンスセンサの製造方法において、

前記接合用金属部材は、アルミニウム又はアルミニウムを主成分とする合金からなる磁気インピーダンスセンサの製造方法。

【請求項35】 請求項13記載の磁気インピーダンスセンサにおいて、

アモルファスワイヤ、前記アモルファスワイヤと接合する接合面をもつ台座、及び、前記アモルファスワイヤを挟んで前記接合面と反対側にて前記アモルファスワイヤと接合する接合用金属部材を備え、

前記接合用金属部材は、アルミニウム又はアルミニウムを主成分とする合金からなり、前記接合面近傍にて前記台座と接合することを特徴とする磁気インピーダンスセンサ。

【請求項36】 請求項35記載の磁気インピーダンスセンサにおいて、

前記接合用金属部材は、前記アモルファスワイヤをなすアモルファスワイヤの両側にて前記台座にそれぞれ接合されていることを特徴とする磁気インピーダンスセンサ。

【請求項37】 請求項35記載の磁気インピーダンスセンサにおいて、

前記アモルファスワイヤは、前記接合用金属部材及び前記台座に接合する部位に前記アモルファスワイヤよりも

10

20

30

40

50

前記接合用金属部材及び前記台座に対して優れた接合性をもつ膜を表面に有することを特徴とする磁気インピーダンスセンサ。

【請求項38】 アモルファス金属からなる感磁アモルファス体を含む磁界検出部と、

前記感磁アモルファス体の両端部に接続されて前記感磁アモルファス体に長手方向に高周波電流を通電する電流源と、

外部磁界による前記感磁アモルファス体の磁気特性変化に相関を有して前記磁界検出部から出力される信号電圧を処理する検出回路部と、

を備える磁気インピーダンスセンサにおいて、前記端部支持部は、前記感磁アモルファス体の端部を前記台座に固定するとともに前記配線と前記感磁アモルファス体とを電気的に接続する接合用金属部材を有することを特徴とする磁気インピーダンスセンサ。

【請求項39】 請求項38記載の磁気インピーダンスセンサにおいて、

前記端部支持部は、前記台座上に固定されて前記感磁アモルファス体に接合される台座を有し、

前記接合用金属部材は、前記感磁アモルファス体及び前記台座に接合されることを特徴とする磁気インピーダンスセンサ。

【請求項40】 請求項39記載の磁気インピーダンスセンサにおいて、

前記接合用金属部材は、前記配線の一部をなすボンディングワイヤからなることを特徴とする磁気インピーダンスセンサ。

【請求項41】 請求項40記載の磁気インピーダンスセンサにおいて、

前記接合用金属部材は、前記台座に固定されるとともに前記台座とともに前記感磁アモルファス体を挟持することを特徴とする磁気インピーダンスセンサ。

【請求項42】 請求項39乃至41のいずれか記載の磁気インピーダンスセンサにおいて、

前記感磁アモルファス体は、前記台座又は前記接合用金属部材に接する部位に選択的に金属薄膜を有し、

前記金属薄膜は、前記感磁アモルファス体よりも前記台座及び前記接合用金属部材の両方に対して優れた接合性を有することを特徴とする磁気インピーダンスセンサ。

【請求項43】 請求項38記載の磁気インピーダンスセンサにおいて、

開口端縁が前記台座に固定される囲包部材を有し、

前記囲包部材は、前記感磁アモルファス体の少なくとも中間部を、前記台座とともに、前記感磁アモルファス体に対して非接触に密閉することを特徴とする磁気インピーダンスセンサ。

【請求項44】 請求項43記載の磁気インピーダンスセンサにおいて、

前記台座は、前記端部支持部に前記配線により接続され

るとともに前記囲包部材の外部に突設される外部端子を有することを特徴とする磁気インピーダンスセンサ。

【請求項45】 請求項43記載の磁気インピーダンスセンサにおいて、前記台座及び前記囲包部材は非磁性材料からなることを特徴とする磁気インピーダンスセンサ。

【請求項46】 請求項45記載の磁気インピーダンスセンサにおいて、前記台座及び前記囲包部材は電気絶縁性材料からなることを特徴とする磁気インピーダンスセンサ。

【請求項47】 請求項43記載の磁気インピーダンスセンサにおいて、前記感磁アモルファス体に非接触に巻装されるコイルを有し、前記コイルは、前記台座及び前記囲包部材内に收容されることを特徴とする磁気インピーダンスセンサ。

【請求項48】 請求項47記載の磁気インピーダンスセンサにおいて、前記コイルは、電気絶縁性の前記台座上に配設されることを特徴とする磁気インピーダンスセンサ。

【請求項49】 請求項48記載の磁気インピーダンスセンサにおいて、前記コイルは、電気絶縁性の前記台座及び前記囲包部材に挟持されることを特徴とする磁気インピーダンスセンサ。

【請求項50】 請求項47記載の磁気インピーダンスセンサにおいて、前記台座に固定されて前記気密ケースに内蔵される増幅器を有し、前記増幅器は、前記コイルの両端から信号電圧が入力される入力端と、配線を通じて前記増幅器の出力電圧を前記配線端子に出力する出力端とを有することを特徴とする磁気インピーダンスセンサの感磁アモルファス体支持構造。

【請求項51】 請求項38記載の磁気インピーダンスセンサにおいて、開口端縁が前記台座に固定されて、前記台座とともに前記感磁アモルファス体の中間部を感磁アモルファス体に対して非接触に囲包する囲包部材と、前記台座及び前記囲包部材の外周に巻装されるコイルと、を有することを特徴とする磁気インピーダンスセンサ。

【請求項52】 請求項38記載の磁気インピーダンスセンサの製造方法において、前記端部支持部は、前記感磁アモルファス体の端部を前記台座に固定する接合用金属部材を有し、前記感磁アモルファス体よりも軟質の接合用金属部材と前記台座とで前記感磁アモルファス体を挟んだ状態で前記接合用金属部材側から接合部へ接合エネルギーを与えて前記三者を接合することにより感磁アモルファス体を形成することを特徴とする磁気インピーダンスセンサの製造方法。

【請求項53】 請求項52記載の磁気インピーダンスセンサの製造方法において、

前記感磁アモルファス体よりも軟質の接合用金属部材と前記台座とで前記感磁アモルファス体を挟んだ状態で前記接合用金属部材側から接合部に超音波エネルギーを与えて前記三者を接合して感磁アモルファス体を形成することを特徴とする磁気インピーダンスセンサの製造方法。

【請求項54】 請求項53記載の磁気インピーダンスセンサの製造方法において、前記感磁アモルファス体は、アモルファスワイヤからなることを特徴とする磁気インピーダンスセンサの製造方法。

【請求項55】 請求項54記載の磁気インピーダンスセンサの製造方法において、

前記接合用金属部材を、前記アモルファスワイヤとともに更に、前記アモルファスワイヤ近傍の前記台座とも接合させることを特徴とする磁気インピーダンスセンサの製造方法。

【請求項56】 請求項55記載の磁気インピーダンスセンサの製造方法において、

前記アモルファスワイヤの両側に配置した前記接合用金属部材の両端部を前記台座にそれぞれ接合することを特徴とする磁気インピーダンスセンサの製造方法。

【請求項57】 請求項56記載の磁気インピーダンスセンサの製造方法において、前記超音波エネルギーにより前記接合用金属部材を変形させて前記アモルファスワイヤと前記台座との接合部の側端縁を被覆させることを特徴とする磁気インピーダンスセンサの製造方法。

【請求項58】 請求項54記載の磁気インピーダンスセンサの製造方法において、前記アモルファスワイヤに対して前記台座と同等以上の接合性を有する第二の接合用金属部材を、前記アモルファスワイヤと前記台座との間に介在させた状態で前記接合を実施することを特徴とする磁気インピーダンスセンサの製造方法。

【請求項59】 請求項52乃至58のいずれか記載の磁気インピーダンスセンサの製造方法において、

前記接合用金属部材は、アルミニウム又はアルミニウムを主成分とする合金からなる磁気インピーダンスセンサの製造方法。

【請求項60】 請求項38記載の磁気インピーダンスセンサにおいて、

アモルファスワイヤ、前記アモルファスワイヤと接合する接合面をもつ台座、及び、前記アモルファスワイヤを挟んで前記接合面と反対側にて前記アモルファスワイヤと接合する接合用金属部材を備え、

前記接合用金属部材は、アルミニウム又はアルミニウムを主成分とする合金からなり、前記接合面近傍にて前記台座と接合することを特徴とする磁気インピーダンスセンサ。

【請求項61】 請求項60記載の磁気インピーダンスセンサにおいて、

前記接合用金属部材は、前記アモルファスワイヤをなすアモルファスワイヤの両側にて前記台座にそれぞれ接合されていることを特徴とする磁気インピーダンスセンサ。

【請求項62】 請求項60記載の磁気インピーダンスセンサにおいて、

前記アモルファスワイヤは、前記接合用金属部材及び前記台座に接合する部位に前記アモルファスワイヤよりも前記接合用金属部材及び前記台座に対して優れた接合性をもつ膜を表面に有することを特徴とする磁気インピーダンスセンサ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は磁気インピーダンスセンサ（以下、MIセンサとも呼称する）に関する。

【0002】

【従来の技術】従来、磁気センサの一種として、アモルファス金属からなるワイヤ形状又は薄板形状の感磁アモルファス体の主として表面部に長手方向へ高周波電流、特に高周波電流成分を多く含むパルス電流やステップ変化電流を通電し、外部磁界による感磁アモルファス体の表面部の磁気特性の変化を、感磁アモルファス体の両端の電圧変化として電気的に検出したり、もしくは感磁アモルファス体を通電する磁界と鎖交するピックアップコイルで検出したりするものが、磁気インピーダンスセンサ（MIセンサ）として提案されている。以下、前者を電圧降下検出型MIセンサとも呼び、後者を電磁誘導検出型MIセンサとも呼ぶものとする。

【0003】このMIセンサでは、通常はアモルファスワイヤである感磁アモルファス体に長手方向に通電するために、このアモルファスワイヤの両端部は配線を通じて高周波電流源（パルス電流源、ステップ変化電流源を含む）に接続される。

【0004】従来のMIセンサ用のアモルファスワイヤでは、その電極を兼ねる両端部（更には長手方向中央部）を台座のリード電極に接合して固定し、更にアモルファスワイヤを樹脂モールドしてその保護を行っている。

【0005】また、感磁アモルファス体と配線とを接続するために、従来、はんだ接合が提案されているが、感磁アモルファス体として使用されるアモルファス金属は、加熱による結晶化の問題や溶融はんだや配線金属に対する接合性の不良の点から劣る欠点があるため、センサ特性の劣化や振動による接合不良の発生が問題となっている。

【0006】これに対し、特公平2-32077号公報は、アモルファス金属と配線用金属とを超音波接合することを提案している。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上述した従来の樹脂モールドタイプのMIセンサを自動車に搭載する場合、自動車環境がたとえば室内環境に比較して温度変化や振動が大きいため、以下に説明するような不具合を生じることがわかった。

【0008】まず、台座に樹脂モールド固定された感磁アモルファス体内には、大きな熱膨張率をもつモールド樹脂により大きな内部応力が生じ、温度変化によりセンサ特性が大きく変化してしまう。

【0009】この問題を改善するために、本発明者らは、感磁アモルファス体を固定することなく単に基板上に載置することも考えた。なお、車両などに搭載する場合を考えて、振動や外力により、感磁アモルファス体が基板表面に沿って平行に変位するのを規制するストッパを基板上に設け、更に感磁アモルファス体が基板から離れる方向に変位するのを規制するため感磁アモルファス体を軽く基板に向けて弾性付勢した。

【0010】ところが、この場合においても、次の問題が発生することがわかった。

【0011】まず、車両振動が台座及び感磁アモルファス体に作用すると、感磁アモルファス体が台座に強く衝突し、その結果、衝突の瞬間に感磁アモルファス体に極めて大きな内部応力が発生して感磁アモルファス体のインピーダンスが変化し、これにより大きなノイズ電圧が生じてしまう。

【0012】更に、通電される感磁アモルファス体には発熱が生じるが、感磁アモルファス体を基板に組み付ける際のそれらの間の接触度合のばらつきにより、各MIセンサごとに感磁アモルファス体の放熱抵抗のばらつきが生じ、その結果、感磁アモルファス体に温度ばらつきが生じてこれがセンサの特性ばらつきとなる。

【0013】本発明は、上記問題点を鑑みなされたものであり、外的環境変化にもかかわらず高精度の磁界検出が可能な磁気インピーダンスセンサを提供することをその目的としている。

【0014】

【課題を解決するための手段】請求項1記載の構成の磁気インピーダンスセンサによれば、感磁アモルファス体の両端部は台座の一对の端部支持部に個別に固定され、感磁アモルファス体の両端部間の中間部の少なくとも一部は、台座に対して直接に又は剛体を介して接触することなく架線される架線部となっている。すなわち、本構成では、感磁アモルファス体は、台座に両端支持されて、中間部の少なくとも一部が実質的に中空配線される。

【0015】このようにすれば、外部よりの振動により感磁アモルファス体の架線部は、台座に実質的に非接触に保持されるので、樹脂モールドに比較してモールド樹脂の大きな温度による伸縮により影響されることがな

く、それにより出力特性が変動することがない。

【0016】また、感磁アモルファス体を軽く基板上に載置する場合に比較して、外部からの振動や外力により感磁アモルファス体が基板に衝突して感磁アモルファス体に大きな内部応力が発生することがなく、更に感磁アモルファス体と台座との熱的な接触抵抗のばらつきによる感磁アモルファス体の特性変化のばらつきを防止することができ、高精度の磁界検出が可能となる。

【0017】上記した台座としては、たとえば樹脂やガラスあるいはセラミックスなどの電気絶縁性素材と形成することができる。台座は単一部品とすることもでき、複数の部品を結合して構成してもよい。台座の端部支持部は台座と一体に形成でき、あるいは別体形成して台座に固定してもよい。

【0018】端部支持部は、感磁アモルファス体の端部への通電用の導電部材（以下、金属相手材ともいう）とすることができ、あるいは単に感磁アモルファス体固定のための電気絶縁材とすることができる。もちろん、後者の場合には、感磁アモルファス体の端部は別途、配線との接続が必要となる。更に電気絶縁性の端部支持部に導電性部材（以下、金属相手材ともいう）を配置し、これと感磁アモルファス体の端部とを接続あるいは接合してもよい。

【0019】感磁アモルファス体は、その組成元素が非結晶の状態でガラス状に分散している金属材料を意味し、たとえばFeCoSiB等を水中急冷法などの公知の手法でアモルファス化して、好適にはワイヤ状又はリボン状に形成したものである。

【0020】ここでいう「直接に又は剛体を介して接触することなく架線する」ということは、真空、気体中への配置の他に、液体あるいはコロイド状物質あるいは粘性物質などの流動性物質を介して接触することを含む。しかしながら、空気中に架線することが台座から感磁アモルファス体の中間部へ力の伝達による感磁アモルファス体の振動（両端支持状態での振動）を防止する意味で特に有益である。

【0021】請求項2記載の構成によれば請求項1記載の磁気インピーダンスセンサにおいて更に、感磁アモルファス体の中間部は、すべて上記架線部からなるので、上記効果を一層向上することができる。

【0022】請求項3記載の構成によれば請求項1記載の磁気インピーダンスセンサにおいて更に、電流源は感磁アモルファス体と直列に接続されて、それらの制御電極にはほぼ同時に入力するパルス電圧により互いに逆動作する一対の半導体スイッチとされるので、この一対の半導体スイッチに所定周波数のパルス電圧を入力することにより、この一対の半導体スイッチの状態遷移期間（過渡期間）にのみ、急峻なスパイク状の電流を感磁アモルファス体に通電することができ、電流源及び感磁アモルファス体の電力損失及び発熱を低減し、感磁アモルファ

ス体の温度変化を抑止してMIセンサの精度を向上することができる。

【0023】請求項4記載の構成によれば請求項1記載の磁気インピーダンスセンサにおいて更に、検出回路部は、磁界検出部から入力される信号電圧を感磁アモルファス体への通電電流の急変期間に同期してサンプリングするサンプリング回路部を有するので、この感磁アモルファス体への通電電流の急変期間以外の期間に感磁アモルファス体や電流源などに生じる各種雑音電圧を除去することができ、出力信号電圧のSN比を改善することができる。

【0024】請求項5記載の構成によれば請求項1記載の磁気インピーダンスセンサにおいて更に、一本の感磁アモルファス体の両半部のインピーダンス変化に相関をもつ一対の信号電圧を加算するか、又は、互いに近接して同方向に配列された一対の感磁アモルファス体のインピーダンス変化に相関をもつ一対の信号電圧を加算して用いるので、これら信号電圧に重畳するコモンモード（同相）ノイズ成分を相殺して出力信号電圧のSN比を改善することができる。

【0025】なお、上記一本の感磁アモルファス体を用いる構成では、電流源は、感磁アモルファス体の両端部と中央部との間へ互いに逆方向に好適には同じ波形、大ききで通電し、上記二本の感磁アモルファス体を用いる構成でも、電流源は、二本の感磁アモルファス体に逆方向に好適には同じ波形、大ききで通電する。

【0026】請求項6記載の構成によれば請求項1記載の磁気インピーダンスセンサにおいて更に、感磁アモルファス体に巻装したコイル、好適にはピックアップコイルをもつので、コイルから出力される信号電圧を処理するので、大きな信号電圧が得られ、SN比を向上することができる。

【0027】請求項7記載の構成によれば請求項1記載の磁気インピーダンスセンサにおいて更に、磁界検出部特にその感磁アモルファス体と、信号電圧が磁界検出部から入力される増幅部とを非磁性の同一パッケージに収容し、感磁アモルファス体の架線部をパッケージに対して剛体を介してあるいは直接に接触することなく配設するので、パッケージによる感磁アモルファス体への温度又は振動による悪影響を排除することができ、更に磁界検出部と増幅部との間の配線を短縮するので、この配線のインピーダンスに重畳する電磁波ノイズを低減でき、更にこの配線の抵抗による信号電圧の減少を低減して、信号電圧のSN比を改善することができる。特に、MIセンサの信号電圧は極めて高い周波数帯域に存在するので、上記電磁波ノイズの低減はSN比の改善に優れた効果を奏する。

【0028】請求項8記載の構成によれば請求項7記載の磁気インピーダンスセンサにおいて更に、磁界検出部特にその感磁アモルファス体と、信号電圧が磁界検出部

から入力される増幅部とを非磁性で電気絶縁性の同一パッケージに収容するので、感磁アモルファス体や配線などの電気絶縁を確保しつつ高密度の実装が可能となる。

【0029】請求項9記載の構成によれば請求項7記載の磁気インピーダンスセンサにおいて更に、感磁アモルファス体は、増幅部が集積された半導体チップ上に中空保持されるので、更に上記配線の短縮を実現することができ、また、ICパッケージ内に感磁アモルファス体を収容できるので、IC実装工程によりセンサを製造でき、製造工程を簡素化することができる。

【0030】請求項10記載の構成によれば請求項1記載の磁気インピーダンスセンサにおいて更に、感磁アモルファス体に一定周期でパルス電流が通電され、このパルス電流通電時の感磁アモルファス体の電圧降下又は感磁アモルファス体の磁気特性変化によるビクアップコイルの端子電圧を、検出回路部に信号電圧として入力する。

【0031】本構成では特に、検出回路部は、入力される信号電圧を増幅部で増幅し、この増幅した信号電圧を上記パルス電流通電期間だけサンプリングして出力するので高いSN比をもつ信号電圧を出力することができる。

【0032】以下、更に説明する。

【0033】このMIセンサでは、感磁アモルファス体に一定パルス周期でパルス電流が通電され、このパルス電流のうち特に高周波電流成分による感磁アモルファス体のインピーダンス変化や磁気特性変化による電圧を検出する。

【0034】したがって、パルス電流通電期間以外の期間に検出回路部が出力する信号電圧には、種々雑多なノイズ電圧成分だけが重畳し、信号電圧成分が存在しない。そこで、このパルス電流通電期間の信号電圧だけをサンプリングすることにより上記ノイズ電圧をカットしてSN比を改善することができる。

【0035】本構成では特に、磁界検出部から出力される信号電圧を増幅部で電圧増幅してからこのサンプリングを行う。このようにすれば、磁界検出部から出力される信号電圧をサンプリングしてから増幅する場合に比較して、磁界検出部から出力される信号電圧に重畳するパルス電流通電期間以外の期間のノイズ電圧の他に、上記増幅部で重畳するパルス電流通電期間以外の期間のノイズ電圧（特に増幅部の初段ノイズ電圧が問題となる）もカットすることができ、更にその上、その後のサンプリング回路で信号電圧に重畳するノイズ電圧は、サンプリング回路に入力される信号電圧が増幅部で電圧増幅されているために相対的に小さくなり、これらの結果として一層のSN比向上を図ることができるものである。

【0036】請求項11記載の構成によれば請求項1記載の磁気インピーダンスセンサにおいて更に、感磁アモルファス体に一定周期でパルス電流が通電され、このパ

ルス電流通電時の感磁アモルファス体の電圧降下又は感磁アモルファス体の磁気特性変化によるビクアップコイルの端子電圧を、検出回路部に信号電圧として入力する。

【0037】本構成では特に、一端（入力端）が磁界検出部出力端に直接又は電圧増幅器を通じて接続される直列接続コンデンサの他端（出力端）と基準電圧端とを短絡するリセットスイッチを、感磁アモルファス体への通電に同期して作動させるので高いSN比をもつ信号電圧を出力することができる。

【0038】以下、更に説明する。

【0039】このMIセンサでは、感磁アモルファス体に一定パルス周期でパルス電流が通電され、このパルス電流のうち特に高周波電流成分による感磁アモルファス体のインピーダンス変化や磁気特性変化による電圧を検出する。

【0040】したがって、パルス電流通電期間以外の期間に検出回路部が出力する信号電圧には、種々雑多なノイズ電圧成分だけが重畳し、信号電圧成分が存在しない。そこで、このパルス電流通電期間以外の期間において、直列接続コンデンサの出力端を一定の基準電圧に固定することにより、上記ノイズ電圧をカットしてSN比を改善することができる。

【0041】本構成では好適には、磁界検出部から出力される信号電圧を増幅部で電圧増幅してからこの直列接続コンデンサに入力する。このようにすれば、磁界検出部から出力される信号電圧に重畳するパルス電流通電期間以外の期間のノイズ電圧の他に、上記増幅部で重畳するパルス電流通電期間以外の期間のノイズ電圧（特に増幅部の初段ノイズ電圧が問題となる）もカットすることができ、更にその上、リセットスイッチから信号電圧に重畳するノイズ電圧は、信号電圧が増幅部で電圧増幅されているために相対的に小さくなり、これらの結果として一層のSN比向上を図ることができるものである。

【0042】請求項12記載の構成によれば請求項11記載の磁気インピーダンスセンサにおいて更に、直列接続コンデンサの一端（入力端）は放電抵抗を通じて基準電圧端に接続される。このようにすれば、この放電抵抗と直列接続コンデンサとが高域通過フィルタとして機能するので、ノイズ電圧の低域成分もカットすることができ、SN比を一層向上させることができる。

【0043】請求項13記載の構成によれば請求項1記載の磁気インピーダンスセンサにおいて更に、端部支持部は、感磁アモルファス体の端部を台座に固定するとともに、配線と感磁アモルファス体とを電氣的に接続する接合用金属部材を有するので、感磁アモルファス体への通電回路構成が簡素となる。

【0044】接合用金属部材としては、たとえばアルミニウムや金やはんだなどの軟質で感磁アモルファス体との密着性に優れた金属材料が好適である。接合用金属部

10

20

30

40

50

材と感磁アモルファス体とは接合させることができ、このような接合はたとえばいわゆる超音波接合により実施することができる。

【0045】請求項14記載の構成によれば請求項13記載の磁気インピーダンスセンサにおいて更に、接合用金属部材は感磁アモルファス体及び台座の両方に接合され、台座は端部支持部に固定される。

【0046】このようにすれば、台座と感磁アモルファス体とを強固に接合することができ、台座に通電することにより台座から感磁アモルファス体の端部に直接、及び/又は、接合用金属部材を介して良好に通電することができる。

【0047】請求項15記載の構成によれば請求項14記載の磁気インピーダンスセンサにおいて更に、接合用金属部材は、配線の一部をなすボンディングワイヤからなるので、接合工程及び配線工程が簡素となる。

【0048】請求項16記載の構成によれば請求項15記載の磁気インピーダンスセンサにおいて更に、台座に固定された接合用金属部材と台座とで感磁アモルファス体を挟持するので、接合用金属部材を強固に固定することができるとともに、台座と感磁アモルファス体との間の電気抵抗すなわち感磁アモルファス体の磁界依存インピーダンスと直列接続される配線電気抵抗の低減及びばらつきを減らすことができる。

【0049】なお、接合用金属部材としては、低温で延性に優れた軟質金属、たとえば金、アルミニウム、はんだなどが好ましい。

【0050】請求項17記載の構成によれば請求項14乃至16のいずれか記載の磁気インピーダンスセンサにおいて更に、感磁アモルファス体は、台座又は前記接合用金属部材に接する部位に選択的に金属薄膜を有し、この金属薄膜として感磁アモルファス体よりも台座及び接合用金属部材の両方に対してより優れた接合性をもつものを採用する。

【0051】このようにすれば、感磁アモルファス体と台座や接合用金属部材との接合性を一層向上することができる。

【0052】金属薄膜としては、たとえば金、アルミニウムなどを採用することができ、場合によっては複層膜としてもよい。金属薄膜は、真空蒸着法、スパッタリング法などのPVD法やCVD法やめっき法などにより感磁アモルファス体の表面に被着され得るが、できるだけ低温のプロセスを採用することができる。なお、感磁アモルファス体の所定の部位への選択的な被着はマスキングにより容易に実現することができる。

【0053】請求項18記載の構成によれば請求項13記載の磁気インピーダンスセンサにおいて更に、開口端縁が台座に固定される囲包部材により、感磁アモルファス体の少なくとも中間部を囲包する。ただし、囲包部材は、台座と同じく、感磁アモルファス体の両端部を除く

中間部の少なくとも一部好適にはそのすべてに対して非接触とされる。なお、ここでいう非接触とは、直接に接触しないことと、剛体を介して接触しないことを意味する。

【0054】請求項19記載の構成によれば請求項18記載の磁気インピーダンスセンサにおいて更に、台座は、直接あるいは配線を通じて感磁アモルファス体の両端部に個別に接続されるとともに、一端が外部に突設する外部端子を有するので、密閉された感磁アモルファス体への通電構造が簡素となる。

【0055】請求項20記載の構成によれば請求項19記載の磁気インピーダンスセンサにおいて更に、台座及び囲包部材は非磁性材料からなるので、感磁アモルファス体の外部磁界感度が低下することがない。

【0056】請求項21記載の構成によれば請求項20記載の磁気インピーダンスセンサにおいて更に、台座及び囲包部材は電気絶縁性材料からなるので、感磁アモルファス体及びそれへの配線回路構造が簡素となる。

【0057】請求項22記載の構成によれば請求項18記載の磁気インピーダンスセンサにおいて更に、感磁アモルファス体に非接触に巻装されるアップコイルが設けられ、このピックアップコイルは、台座及び囲包部材内に収容されるので、ピックアップコイルの保護性を向上できるとともに、ピックアップコイルの径を縮小することができるので、ピックアップコイルのインダクタンスに占める感磁アモルファス体依存成分の割合を増大してピックアップコイルの感度向上を図ることができる。

【0058】請求項23記載の構成によれば請求項22記載の磁気インピーダンスセンサにおいて更に、ピックアップコイルは、電気絶縁性の台座上に配設されるので、ピックアップコイルの支持構造を簡素化することができる。

【0059】請求項24記載の構成によれば請求項23記載の磁気インピーダンスセンサにおいて更に、ピックアップコイルは、電気絶縁性の台座及び囲包部材に挟持されるので、簡素な構造、工程でピックアップコイルを組み付けることができる。すなわち、台座上にピックアップコイルを載置し、囲包部材を台座に固定するだけでピックアップコイルを固定することができる。

【0060】請求項25記載の構成によれば請求項22記載の磁気インピーダンスセンサにおいて更に、ピックアップコイルの信号電圧を増幅する増幅器が台座に固定される。

【0061】このようにすれば、ピックアップコイルと直列に接続される配線のインピーダンスを低減することができ、ピックアップコイルの小さい信号電圧（高周波電圧）がこの配線インピーダンスで減衰するのを減らすことができ、更にこの配線インダクタンスに誘導される外部電磁波ノイズを低減することができる。また、台座及び囲包部材によりこの増幅器を保護することができ、

台座の外部端子数を低減することもできる。

【0062】請求項26記載の構成によれば請求項13記載の磁気インピーダンスセンサにおいて更に、感磁アモルファス体の中間部を台座及び囲包部材とで非接触に囲包し、更にこれら台座及び囲包部材の外周にピックアップコイルを巻装する。すなわち、台座及び囲包部材はいわゆるボビンとしての機能を兼ねる。

【0063】このようにすれば、ボビンの製造、取り付け及びその設置スペースを省略することができ、センサの小型化を図ることができる。

【0064】請求項27記載の構成によれば請求項13記載の磁気インピーダンスセンサの製造方法において、アモルファス金属部材よりも軟質の接合用金属部材と台座とでアモルファス金属部材を挟んだ状態で、接合用金属部材側から接合部に接合用のエネルギーを与えてこれら三者を接合する。

【0065】軟質の接合用金属部材としては、たとえばアルミニウム、金、はんだなどを採用することができる。また、あらかじめアモルファス金属部材に被着した金属薄膜をこの軟質の接合用金属部材としてもよい。この被着はたとえばめっき、CVD法、PVD法で行うこともできる。ただし、このような成膜法では厚い膜を得るには長時間を要するので、この金属薄膜を用いる場合には更に、接合用のエネルギーをアモルファス金属部材に与えるヘッドとこの接合用金属部材としての金属薄膜との間に更に、第二の接合用金属部材を介在させることが好ましい。

【0066】このようにすれば、この接合用のエネルギーを与えるためのヘッドが硬く脆いアモルファス金属部材に直接、衝撃することがなく、この接合用の物理力はより軟質の接合用金属部材を通じてアモルファス金属部に伝達され、接合用金属部材の緩衝作用により、アモルファス金属部材が超音波振動エネルギー入力中に曲がったり、折れたりすることがない。

【0067】すなわち、本発明は、硬くもろいアモルファス金属部材と硬い接合用のヘッドとを接触させる場合、両者の衝撃によりアモルファス金属部材が変形したり、折れたりする問題を、両者間により軟質の接合用金属部材を介在させることにより解消できる点を見いだしたものである。

【0068】また、このような軟質の接合用金属部材をヘッドとアモルファス金属部材との間に介在させると、アモルファス金属部材を直接ヘッドに接触させる場合に比較して、アモルファス金属部材と接合用金属部材との接触面積の増大が容易であるので、接合エネルギーのアモルファス金属部材への伝達をより良好化できる効果も奏する。

【0069】更に、従来のように溶融はんだによる接合に比較して、はんだ固化時のはんだの体積変化が小さく、その影響によりアモルファス金属部材に応力が生

じるのを抑止することもできる。なお、磁気センサ用のアモルファス金属部材は内部応力に極めて敏感であり、その磁気特性は顕著に変化する。

【0070】請求項28記載の構成によれば請求項27記載の磁気インピーダンスセンサの製造方法において更に、接合は接合用金属部材側から接合部に超音波エネルギーを与えて行われる。

【0071】このようにすれば、アモルファス金属部材と台座との接合界面、及び接合用金属部材とアモルファス金属部材との接合界面が超音波振動に基づく摩擦運動により、表面の不働体膜の分離による清浄金属面の露出や摩擦熱による加熱により、接合される。熱の発生は上記接合界面に限定されるので、超音波を与える時間を調節することにより減らすことができ、アモルファス金属部材に与える熱的影響を減らすことができる。

【0072】また、接合後に摩擦熱により温度上昇した接合部の熱は、台座だけでなく接合用金属部材側へも伝熱するので、アモルファス金属部材の温度低下を図って、アモルファス金属部材の結晶化を防止することができる。アモルファス金属部材が加熱されると、特に磁気センサ用のアモルファス金属部材ではその磁気特性が顕著に変化するので好ましくない。

【0073】更に、超音波ボンダなどの超音波接合機に設けられた超音波振動子のヘッドが直接硬く脆いアモルファス金属部材に衝撃することがなく、超音波振動エネルギーはより軟質の接合用金属部材を通じてアモルファス金属部に伝達され、接合用金属部材の緩衝作用により、アモルファス金属部材が超音波振動エネルギー入力中に曲がったり、折れたりすることがない。また、硬いアモルファス金属部材と硬い超音波ヘッドとの間で無駄な発熱が生じてアモルファス金属部材が加熱され、温度上昇することがない。

【0074】請求項29記載の構成によれば請求項28記載の磁気インピーダンスセンサの製造方法において、アモルファス金属部材はアモルファスワイヤからなる。アモルファスワイヤは略円形の断面形状をもつため、とりわけ超音波振動子のヘッドとの間の接触面積が小さいため、このヘッドとアモルファスワイヤとの小さな接触領域に超音波振動エネルギーの局部集中が生じやすく、更にアモルファスワイヤと台座との接触面積も同じく小さくなり、超音波振動エネルギーの局部集中が生じやすく、アモルファスワイヤの曲がり、折れ、クラックの発生が生じやすい。本方法によれば、塑性変形しやすい接合用金属部材を通じてアモルファスワイヤの広い表面に超音波振動エネルギーを伝達するので、アモルファスワイヤに局部応力集中が生じにくく、これらの問題を改善できる。

【0075】請求項30記載の構成によれば請求項29記載の磁気インピーダンスセンサの製造方法において更に、接合用金属部材がアモルファスワイヤ近傍の台座と

も接合するので、アモルファスワイヤと台座との間の接合の耐衝撃性を向上することができる。また、接合用金属部材がアモルファスワイヤと台座との間の新たな電流経路となるので、これら両部材間の電気抵抗値を低減することができる。アモルファスワイヤに通電する磁気センサであるM1センサの雑音を減らすことができる。

【0076】請求項31記載の構成によれば請求項30記載の磁気インピーダンスセンサの製造方法において更に、アモルファスワイヤの両側に配置した接合用金属部材の両端部を台座にそれぞれ接合するので、アモルファス金属部材と台座との接合の耐衝撃性を更に向上することができる。

【0077】請求項32記載の構成によれば請求項31記載の磁気インピーダンスセンサの製造方法において更に、接合用金属部材はアモルファスワイヤと台座との接合部の側端縁を被覆するので、この接合部の耐酸化性などの耐環境性を向上することができる。

【0078】請求項33記載の構成によれば請求項29記載の磁気インピーダンスセンサの製造方法において更に、台座とアモルファスワイヤとの間に、アモルファスワイヤに対して台座と同等以上の接合性を有する第二の接合用金属部材を介設するので、一層の接合強度向上を図ることができる。なお、この第二の接合用金属部材としては、ヘッド側の上記接合用金属部材と同じく、金、アルミニウム、はんだなどを採用することができる。

【0079】この第二の接合用金属部材は、アモルファスワイヤ及び台座と別体にて作成してこれら両材間に挟むことができるが、その他、第二の接合用金属部材は、アモルファスワイヤ又は台座の表面にメッキ、CVD、PVDなどの成膜法で成膜してもよい。

【0080】特に、第二の接合用金属部材をアモルファスワイヤにその全周にわたって成膜する場合には、この第二の接合用金属部材はヘッドとアモルファスワイヤとの間の上記接合用金属部材の一部又は全部を兼ねることができる。

【0081】また、この第二の接合用金属部材は複数の膜を重ねて構成することができ、この場合には最も外層は耐酸化性、耐食性に優れることが好ましい。また、第二の接合用金属部材を複数の膜を重ねて構成する場合、アモルファスワイヤ側の膜はアモルファスワイヤと接合性に優れる膜とし、台座側の膜は台座と接合性に優れる膜とすることができる。

【0082】請求項34記載の構成によれば請求項27乃至33のいずれか記載の磁気インピーダンスセンサの製造方法において更に、接合用金属部材としてアルミニウム又はアルミニウムを主成分とする合金を採用する。

【0083】本発明者らは、アモルファス金属部材、特にFeSiBやFeCoSiBアモルファスワイヤに対して上記接合用金属部材としてアルミニウム又はアルミニウムを主成分とする合金を採用すると、接合用金属部

材として他の金属を採用する場合に比較して、アモルファス金属部材のアモルファス性の劣化を抑止しつつ格段に接合強度及び導電性に優れた接合が得られることを見いだした。

【0084】従来、この種のアモルファス金属部材の接合の良い方法はなく、はんだ付けははんだの濡れが悪いため接合性が悪く、抵抗溶接はアモルファス金属部材の温度上昇が大きくそのアモルファス状態が悪化し、アルミニウム又はアルミニウムを主成分とする合金よりも融点が高い材料であるはんだでははんだが溶けて超音波接合が容易でなかった。また、金や銀などの軟質金属はアルミニウムよりも接合強度が低かった。本発明者らは、アルミニウムは超音波振動エネルギーによる接触の摩擦運動によりその表面酸化膜がやぶれてアルミニウム面が露出すると、同じくこの摩擦により表面の不働体膜が破れて露出したアモルファス金属部材の表面と接触してそれらの間に残る酸素と化合し、アモルファス金属部材の表面の再酸化をも防いで、アモルファス金属部材の清浄な表面と、アルミニウムである接合用金属部材の清浄な表面とが良好に超音波接合できるためであると、推定している。すなわち、摩擦により表面酸化膜や不働体膜が破壊されて、アモルファス金属部材及び接合用金属部材の清浄面が周辺に残留する酸素などと接触使用とするのであるが、酸素はアモルファス金属ではなく、より酸化されやすいアルミニウムの方により結合するためにアモルファス金属部材の表面の清浄度を保つことができるものである。そして、アルミニウムの方は柔らかいので、表面の酸化物は容易に表面から内部などに分散してしまい、アルミニウムの接触面の接合性は良好に保たれる。

【0085】なお、接合用金属部材としてアルミニウムを用いた場合でも、この接合用金属部材とアモルファス金属部材との間の接触面で摩擦が生じ、アルミニウムが加熱されるが、アルミニウムの融点ははんだより高いので、たとえ摩擦熱でこれら接触面近傍が高温なっても僅かにその溶融現象が生じたとしても、接合用金属部材全体が溶融することではなく、接合用金属部材は塑性変形するものの固体形状を維持して、超音波ヘッドからの超音波振動エネルギーを上記両接触面に伝達することができる。また、変形性に富むので、塑性変形して台座に接触し、台座に超音波接合することができる。

【0086】請求項35記載の構成によれば請求項13記載の磁気インピーダンスセンサにおいて、接合用金属部材としてアルミニウム又はアルミニウムを主成分とする合金を用い、この接合用金属部材がアモルファスワイヤ近傍の台座とも接合するので、請求項25記載と同じ効果を奏することができる。

【0087】また、アモルファスワイヤと台座との間の接合の耐衝撃性を一層向上することができる。また、接合用金属部材がアモルファスワイヤと台座との間の新たな電流経路となるので、これら両部材間の電気抵抗値を

低減することができ、アモルファスワイヤに通電する磁気センサであるMIセンサの雑音を減らすことができる。

【0088】請求項36記載の構成によれば請求項35記載の磁気インピーダンスセンサにおいて更に、接合用金属部材は、アモルファスワイヤの両側にて台座にそれぞれ接合されているので、アモルファス金属部材と台座との接合の耐衝撃性を更に向上することができる。

【0089】請求項37記載の構成によれば請求項35記載の磁気インピーダンスセンサにおいて更に、アモルファスワイヤは、接合用金属部材及び台座との接合部位にアモルファスワイヤよりも接合用金属部材及び台座に対して優れた接合性をもつ膜を有するので、接合強度を更に向上することができる。この膜としては、たとえばアルミニウムや金やはんだなどが好適である。

【0090】この膜は、めっき、CVD、PVDによりアモルファスワイヤ表面に形成することができる。これらの方法によれば、アモルファスワイヤの表面に良好な接合性を有する金属を被着できるが、これらの方法では、膜厚を稼ぐことが困難である。しかし、これらの膜はアルミニウム又はアルミニウムを主成分とする合金からなる接合用金属部材に超音波接合にアモルファスワイヤより更に良好に接合されることができる。

【0091】請求項38記載の構成によれば請求項13記載の構成と同様の効果を奏することができる。

【0092】請求項39記載の構成によれば請求項14記載の構成と同様の効果を奏することができる。

【0093】請求項40記載の構成によれば請求項15記載の構成と同様の効果を奏することができる。

【0094】請求項41記載の構成によれば請求項16記載の構成と同様の効果を奏することができる。

【0095】請求項42記載の構成によれば請求項17記載の構成と同様の効果を奏することができる。

【0096】請求項43記載の構成によれば請求項18記載の構成と同様の効果を奏することができる。

【0097】請求項44記載の構成によれば請求項19記載の構成と同様の効果を奏することができる。

【0098】請求項45記載の構成によれば請求項20記載の構成と同様の効果を奏することができる。

【0099】請求項46記載の構成によれば請求項21記載の構成と同様の効果を奏することができる。

【0100】請求項47記載の構成によれば請求項22記載の構成と同様の効果を奏することができる。

【0101】請求項48記載の構成によれば請求項23記載の構成と同様の効果を奏することができる。

【0102】請求項49記載の構成によれば請求項24記載の構成と同様の効果を奏することができる。

【0103】請求項50記載の構成によれば請求項25記載の構成と同様の効果を奏することができる。

【0104】請求項51記載の構成によれば請求項26

記載の構成と同様の効果を奏することができる。

【0105】請求項52記載の構成によれば請求項27記載の構成と同様の効果を奏することができる。

【0106】請求項53記載の構成によれば請求項28記載の構成と同様の効果を奏することができる。

【0107】請求項54記載の構成によれば請求項29記載の構成と同様の効果を奏することができる。

【0108】請求項55記載の構成によれば請求項30記載の構成と同様の効果を奏することができる。

【0109】請求項56記載の構成によれば請求項31記載の構成と同様の効果を奏することができる。

【0110】請求項57記載の構成によれば請求項32記載の構成と同様の効果を奏することができる。

【0111】請求項58記載の構成によれば請求項33記載の構成と同様の効果を奏することができる。

【0112】請求項59記載の構成によれば請求項34記載の構成と同様の効果を奏することができる。

【0113】請求項60記載の構成によれば請求項35記載の構成と同様の効果を奏することができる。

【0114】請求項61記載の構成によれば請求項36記載の構成と同様の効果を奏することができる。

【0115】請求項62記載の構成によれば請求項37記載の構成と同様の効果を奏することができる。

【0116】

【発明の実施の形態】このMIセンサでは、感磁アモルファス体に一定周期でパルス電流が通電される。感磁アモルファス体としては、たとえばアモルファスワイヤ又はアモルファスリボン形状のものを採用することができる。

【0117】磁界検出部は、両端に電極をもつ感磁アモルファス体や、両端と中央部に電極をもつ感磁アモルファス体で構成することができ、更にこの感磁アモルファス体にピックアップコイルを巻装して構成してもよい。両端と中央部に電極をもつ感磁アモルファス体では、感磁アモルファス体の長手方向一半部と長手方向他半部にそれぞれピックアップコイルを巻装するとともに、両半部に独立に通電することが好適である。

【0118】感磁アモルファス体には電流源から長手方向に高周波電流が通電される。この高周波電流は、高周波成分を多く含むパルス変化又はステップ変化する電流とすることが好ましい。

【0119】電流源としては、無安定マルチバイブレータから出力されるパルス電圧で一对の半導体スイッチ（たとえばMOSトランジスタやバイポーラトランジスタ）を互いに逆動作させて両スイッチの過渡期間のスパイク状電流を発生する回路が好適であるが、その他、パルス電圧をスパイク（微分）電圧発生回路でスパイク電圧に変換してこの電圧を感磁アモルファス体に印加してもよい。互いに逆動作する一对の半導体スイッチとしてはいわゆるCMOSインバータ回路が低消費電力の点で

好適であるが、相補バイポーラトランジスタを用いたインバータ回路や、一方をエミッタホロー又はソースホロー接続のトランジスタ他方をエミッタ接地又はソース接地のトランジスタとした同一種類トランジスタで構成したインバータ回路とすることもできる。これら一対のトランジスタは感磁アモルファス体を挟んで高低電源端側に個別に設けることがオン抵抗低減のために重要である。

【0120】剛体を介してあるいは直接に接触することなく配設するとは、液体やコロイド更には極めて軟質で変形性に富む材料を通じて感磁アモルファス体を台座やパッケージに対して接触させる場合を含むものとする。

【0121】サンプリングスイッチ（トランスファゲート）でサンプリングした後又はリセットした後の信号電圧は、積分回路で積分したり、ピーク検出回路でピークホールドしたり、サンプルホールド回路でサンプルホールドしたりして用いることができるが、信号電圧が本質的に高周波信号電圧を考慮すると積分回路で積分して用いてもよい。

【0122】更に、感度直線性の改善のために検出回路部をフィードバック回路構成としてもよいことはもちろんであり、信号のフィードバックのためのコイルを感磁アモルファス体に巻装してもよい。

【0123】上述した一本の感磁アモルファス体の一半部と他半部とを、磁界インピーダンス特性が揃った2本の感磁アモルファス体でそれぞれ代用することも可能である。

【0124】各種実施態様を説明する。ただし、本明細書において、図1〜図12からなる第一の図面群と、図13〜図19からなる第二の図面群とは、符号上異なるグループを構成しており、異なる図面グループ間で同一の符号が異なる構成要素に付けられる場合もあるものとする。

（超音波接合によるアモルファス金属接合体の形成）本発明者達は、アモルファス金属の接合方法を改善するため種々検討した結果、感磁アモルファス体（アモルファス金属）と相手材（台座）との接合部分に接合用金属を介在させつつ超音波振動を付与することで接合方法が改善されることを確認し、本発明のアモルファス金属の接合方法を完成したものである。

【0125】すなわち、本発明の磁気インピーダンスセンサ用感磁アモルファス体支持構造に用いるアモルファス合金の接合方法は、少なくとも一方がアモルファス金属である金属どうしの接合方法であって、両者の接合部分に接合用金属を介在させた状態で超音波振動を付与する超音波接合によって接合することを特徴とする。

【0126】この接合方法では、アモルファス金属をより確実に接合することができる。これは超音波振動によりアモルファス金属の表面が活性化され、アモルファス金属の表面に接合用金属が濡れるためであると考えられ

る。

【0127】このアモルファス金属の接合方法は、少なくとも一方がアモルファス金属である金属どうしの接合方法であって、両者の接合部分に接合用金属を介在させた状態で超音波振動を付与する超音波接合によって接合する。

【0128】アモルファス金属とは、その組成元素が非結晶の状態ガラス状に分散している金属をいう。アモルファス金属は、磁気特性、耐食性、耐摩耗性の点で優れた特徴を備えている。アモルファス金属として、具体的にFeSiBやFeCoSiB等を挙げることができる。ここで使用されるアモルファス金属としては、板状、線状等の形状に限られないが、アモルファスワイヤのような直径が100μm以下のアモルファス細線が好ましい。

【0129】接合用金属は、接合材であるアモルファス金属と相手材とを繋げるための金属である。この接合用金属としては好ましくは還元性材料を用いることができる。この還元性材料として、例えば、アルミニウムやアルミニウム合金、亜鉛等を挙げることができる。

【0130】このアモルファス金属と接合する相手材は、アモルファス金属でも他の種類の金属でもよい。この相手材には、表面に接合用金属と同じ還元性材料が被膜されていることが好ましい。この被膜方法としては、メッキや蒸着（CVD、PVD）、溶射等が挙げられる。

【0131】この接合用金属を介在させた状態とは、接合用金属が接合部分と接触している状態をいう。例えば、アモルファス金属と相手材との間に挟んだ状態や、相手材の上にアモルファス金属を重ねその上から被せた状態等を挙げることができる。

【0132】超音波振動は、超音波接合機等から送られる超音波によって接合用金属とアモルファス金属及び接合用金属と相手金属とを相対的に摺動させ、接合部分を接合させる。超音波振動は従来より使用されている接合用の超音波振動装置を用いることができる。

【0133】ここで好ましい接合方法としては、接合用金属の形状は特にこだわらないが、相手材の上にアモルファスワイヤを配置し、アモルファスワイヤの上に接合用金属を配置し、接合用金属の上から超音波振動を付与する超音波接合によって接合する方法である。

【0134】本発明のアモルファス金属の接合方法では、例えば、図13に示した超音波接合機によって、アモルファス金属が接合する部分に超音波振動を付与する。この超音波振動によって接合部分に摩擦熱が生じ、この摩擦熱により、アモルファス金属と相手材とが接合する。この摩擦熱の発生は、摩擦面近傍の局所に限られる。なお、接合のメカニズムは不明であるが、振動による相対摩擦で、アモルファス金属の表面にある不動態被膜が破壊除去されて表面が活性化されアモルファス金属

の表面に接合用金属が濡れやすくなると考えられる。

【0135】また、アモルファスワイヤのような非常に細いアモルファス細線に、直接、超音波振動を付与すると、細線が折れたり曲がったりする。そこでアモルファス細線の上に接合用金属を配置し、接合用金属の上から超音波振動を付与することによって、接合用金属が緩衝剤の役割になり、細線が折れたり曲がったりすることから覆られることも考えられる。

【0136】さらに、アモルファス金属は相手材と接合し、相手材は接合用金属と接合し、接合用金属はアモルファス金属と接合しているため、アモルファス金属の接合面積が大きくなり、アモルファス金属をより確実に接合することができるものと考えている。

【0137】また、アモルファス金属は相手材と接合し、相手材は接合用金属と接合し、接合用金属はアモルファス金属を全周に渡って接合されている場合は、アモルファス金属の接合面積がさらに大きくなる。そして相手材と接合用金属が同一材の場合、接合強度が向上する。

【0138】本発明に用いた接合用金属は、超音波振動によって発生する摩擦熱の余剰な熱を吸収するといったヒートシンクのような役目を有すると考えられる。つまり、接合用金属にアルミニウムのような熱伝導率の高い金属を用いることによって、摩擦熱が吸収され、アモルファス金属にほとんど熱を与えない。

【0139】また、アルミニウムは非常に還元作用の強い金属であるため、超音波振動によってアモルファス金属の表面の不働態被膜を除去したときに、この不働態被膜が再び形成されることを阻止する働きをもつと考えられる。

【0140】さらに、本発明の接合方法は、電子回路基板の配線上のような細かな部分にも接合することができる。

【0141】以上のような作用によって、アモルファス金属が接合できると考えられる。

【0142】（メッキ付きアモルファスワイヤを用いたアモルファス金属接合体の形成）本発明者はアモルファスワイヤの濡れ性を改善するため種々検討した結果、アモルファスワイヤにめっきを僅かに施すことによりMI効果を維持した状態で上述した接合用金属部材に対する接合性が改善され、特に、接合する表面部分のみをめっきすることによりMI効果を犠牲にすること無く濡れ性が改善される。

【0143】めっきはは無電解めっき、電解めっきを採用できるが、その他に、化学的被着（CVD）、物理的被着（PVD）で形成してもよい、被着金属としてはAu、Ag、Cu、Ni等の遷移金属元素、やアルミニウムやアルミニウム合金としてもよい。

【0144】本発明のMIセンサの好適な態様を以下の実施例を参照して説明する。

【0145】

【実施例1】実施例1のMIセンサを図1に示す垂直断面図及び図2に示すA-A線矢視断面図を参照して説明する。なお、図2において、はんだ及びピックアップコイルは破断されないものとする。

【0146】1は台座、2は蓋（梱包部材）、3はアモルファスワイヤ、4はピックアップコイル、5は接続用導電プレート付きリード端子（金属相手材）、6は接合用金属部材、7ははんだ、8はピックアップコイル用のリード端子である。

【0147】台座1は、リブ付き樹脂板からなり、そのリブにはリード端子5、8がインサート成形により固定されている。台座1は、部分円筒面をもつピックアップコイル載置溝11をもち、ピックアップコイル4がピックアップコイル載置溝11に載置されている。

【0148】台座1上には、ピックアップコイル載置溝11の長手方向両端に位置して接続用導電プレート付きリード端子5が固定されている。接続用導電プレート付きリード端子5は、リード端子8と同じく台座1にインサート成形により固定された銅板からなる。

【0149】蓋2は、リブ付き樹脂板からなり、蓋2のリブを台座1のリブに接合して内部空間が密閉されている。蓋2は、部分円筒面をもつピックアップコイル載置溝21をもち、ピックアップコイル4がピックアップコイル載置溝21にはめ込まれている。これにより、台座1に蓋2を接合するだけでピックアップコイル4をこれら両者で固定することができる。

【0150】アモルファスワイヤ3は、100μmの直径及び2mmの長さを有しており、その両端部が接続用導電プレート付きリード端子5上に載置されている。アモルファスワイヤ3の両端部は、接合用金属部材6をアモルファスワイヤ3の両端部を覆って接続用導電プレート付きリード端子5上に超音波接合することにより接続用導電プレート付きリード端子5に接合されている。したがって、アモルファスワイヤ3のうち、接続用導電プレート付きリード端子5に載置されない部分すなわち本発明で言う中間部は、接続用導電プレート付きリード端子5の高さ及びピックアップコイル載置溝11の深さの分だけ中空に架線され、ピックアップコイル4に接触することはない。ピックアップコイル4の両端は、リード端子8にはんだ付けされている。

【0151】外部の高周波電流源から接続用導電プレート付きリード端子5を通じてアモルファスワイヤ3にパルス電流を通電すると、被検出磁界により変化するアモルファスワイヤ3の外周部の磁気異方性特性によりアモルファスワイヤ3を流れる電流が変調される。この電流変調はピックアップコイル4で検出され、リード端子8を通じて外部の増幅器を含む信号処理回路で信号処理される。

【0152】本実施例のMIセンサによれば、既に述べ

た種々の効果を実現することができる。

【0153】

【実施例2】実施例2のM1センサを図3に示す水平断面図を参照して説明する。ただし、実施例1の構成要素と主要機能が共通する構成要素には同一符号を付す。

【0154】この実施例のM1センサは、図1、図2に示す実施例1のM1センサにおいて、増幅器を含む信号処理回路及び電流源を構成するICチップ9を台座1上に固定したものである。

【0155】このため、実施例1の接続用導電プレート付きリード端子5及びリード端子8は外部と接続する必要がないので、接続用導電プレート付きリード端子5の代わりに内部配線プレート51を台座1上に設け、リード端子8の代わりに内部配線プレート81を台座1上に設けている。91～94はこのICチップ9のためのリード端子、95～100はボンディングワイヤであり、内部配線プレート51、81及びリード端子91～94は、ボンディングワイヤ95～100により、ICチップ9上のコンタクト領域に個別にワイヤボンディングされている。

【0156】なお、上記実施例では、台座1上にICチップ9を実装したが、台座1をプリント配線基板とし、増幅器を含む信号処理回路及び電流源回路をディスクリット素子実装により構成してもよい。

【0157】

【実施例3】実施例3のM1センサを図4に示す垂直断面図を参照して説明する。ただし、実施例1の構成要素と主要機能が共通する構成要素には同一符号を付す。

【0158】この実施例のM1センサは、図1、図2に示す実施例1のM1センサにおいて、アモルファスワイヤ3の支持構造を変更したものである。

【0159】1は台座、2は蓋（囲包部材）、3はアモルファスワイヤ、4はピックアップコイル、50はアモルファスワイヤ用の端子（金属相手材）、7ははんだ、8はピックアップコイル用の端子である。

【0160】台座1はリブ付き樹脂板からなり、台座1には銅片である端子50、8がインサート成形により固定されている。台座1は、部分円筒面をもつピックアップコイル載置溝11をもち、ピックアップコイル4がピックアップコイル載置溝11に載置されている。

【0161】アモルファスワイヤ用の端子50は、ピックアップコイル載置溝11の長手方向両端にて台座1のリブ12に固定されている。端子50は、断面コ字状に形成され、その上板部は台座1のリブ12の上面に突出している。端子50の下板部は台座1の下面に露出している。

【0162】ピックアップコイル用の端子8は、ピックアップコイル載置溝11の長手方向両端部に位置して台座1の底板部に固定されている。端子8は、クランク字状に形成され、その上板部はピックアップコイル載置溝

11に面する台座1の底面に突出しており、この上板部にピックアップコイル4の端部がはんだ7で接合されている。端子8の下板部は台座1の下面に露出している。

【0163】蓋2は、リブ付き樹脂板からなり、蓋2のリブ22を台座1のリブ12に突き合わせ接合して内部空間が密閉されている。蓋2は、部分円筒面をもつピックアップコイル載置溝21をもち、ピックアップコイル4がピックアップコイル載置溝21にはめ込まれている。これにより、台座1に蓋2を接合するだけでピックアップコイル4をこれら両者で固定することができる。

【0164】アモルファスワイヤ3は、100μmの直径及び2mmの長さを有しており、その両端部が端子50の上板部に載置されている。

【0165】この実施例の特徴は、蓋2のリブ22にアモルファスワイヤ3の端部が納まる段差溝220を設け、蓋2のリブ22を台座1のリブ11に接合することにより、この段差溝220がアモルファスワイヤ3の端部を端子50の上板部に強く押し付けて、それを固定する構造となっている点にある。段差溝220はアモルファスワイヤ3の変位を規制するため、図5に示すように径方向中央部が上側に凹む形状となっている。221、222はリブ22の径方向内側表面、100はプリント基板、200は増幅器である。

【0166】この実施例のM1センサによれば、蓋2を台座1に固定するのみににより、アモルファスワイヤ3及びピックアップコイル4を固定することができ、製造工程が簡素となるという利点を有している。

【0167】

【実施例4】実施例4のM1センサを図6に示す垂直断面図を参照して説明する。ただし、実施例3の構成要素と主要機能が共通する構成要素には同一符号を付す。

【0168】1は台座、2は蓋（囲包部材）、3はアモルファスワイヤ、4はピックアップコイル、51、52アモルファスワイヤ用の端子（金属相手材）である。

【0169】台座1は外周面が略半円筒面となっている半円柱形状を有しており、台座1の長手方向両端部には銅片である端子51がインサート成形により固定されている。台座1は、アモルファスワイヤ3を収容するための溝110をもつ。

【0170】蓋2は、外周面が略半円筒面となっている半円柱形状を有しており、台座1の長手方向両端部には銅片である端子52がインサート成形により固定されている。蓋2は、アモルファスワイヤ3を収容するための溝210をもつ。

【0171】台座1と蓋2とを重ね合わせて周縁部を接着すると、溝110、210は円柱状の密閉空間を構成し、端子51、52は上下からアモルファスワイヤ3の両端部を挟圧、固定する。

【0172】端子51、52は、図7に示すように、コ字状に形成されており、両端部がプリント基板などに固

10

20

30

40

50

定するための端子部となっている。

【0173】ピックアップコイル4は、台座1及び蓋2の外周に巻装されている。

【0174】この実施例でも、アモルファスワイヤ3の中間部は、溝110、210からなる密閉空間に中空状に架線されるので、既述の作用効果を奏することができる。また、台座1及び蓋2がボピンを兼ねるので、部品点数を省略し、構造を簡素化することができる。

【0175】

【実施例5】実施例5のM1センサを図8に示す回路図を参照して説明する。

（構成）1aは感磁アモルファス体、2a、3aはピックアップコイル、4aは、5aは電流源、6a、7aは初段増幅器、8a、9aはサンプリング回路、10aはアナログ信号加算用の差動増幅器である。

【0176】感磁アモルファス体1aの両端部には電極11a、12aが、その長手方向中央部には共通電極13aが形成されている。電流源2aは電極11aと共通電極13aとの間にスパイク状のバルス電流を通電し、電流源3aは電極12aと共通電極13aとの間にスパイク状のバルス電流を通電する。

【0177】ピックアップコイル2aは感磁アモルファス体1aの長手方向一半部に非接触に巻装され、その一端は接地され、他端（出力端）20aに生じる信号電圧Vs1は増幅器6aで電圧増幅され、サンプリング回路8aでサンプリングされて差動増幅器10aの+入力端に入力されている。

【0178】ピックアップコイル3aは感磁アモルファス体1aの長手方向他半部に非接触に巻装され、その一端は接地され、他端（出力端）30aに生じる信号電圧Vs2は増幅器6aで電圧増幅され、サンプリング回路9aでサンプリングされて差動増幅器10aの-入力端に入力されている。

（作動）電流源4aが感磁アモルファス体1aの長手方向一半部にスパイク状のバルス電流を所定バルス周期で通電すると、その高周波電流成分は感磁アモルファス体1aの表面部を流れる。感磁アモルファス体1aの表面部に外部磁界が作用すると、その磁化容易化軸の移動に伴いそのインピーダンスが変化し、このインピーダンスの変化は電流変化を生じさせ、この電流変化がピックアップコイル2aにより信号電圧Vs1に変換される。

【0179】同様に、上記電流源5aは電流源4aと同タイミングにて感磁アモルファス体1aの長手方向他半部にスパイク状のバルス電流を流し、磁界によりスパイク状のバルス電流が変調され、この電流変調がピックアップコイル3aにより検出されて信号電圧Vs2に変換される。

【0180】なお、ピックアップコイル2a、3aの出力端20a、30aに発生する2つの信号電圧Vs1と信号電圧Vs2とのうち、磁界変調電圧成分が逆相（正負反

対向き）となり、電流源4a、5aの電源電圧などに起因する同相ノイズ電圧は同相（正負同じ向き）となるように両ピックアップコイル2a、3aは感磁アモルファス体1aに巻装される。

【0181】初段増幅器6a、7aは信号電圧Vs1、Vs2をそれぞれ数+db以上増幅し、増幅された信号電圧Vs1、Vs2は、スパイク状のバルス電流が通電される期間だけ、初段増幅器6a、7aの出力電圧をアナログ信号加算用の差動増幅器10aに出力する。

【0182】したがって、差動増幅器10aは、ピックアップコイル2a、3aの信号電圧Vs1、Vs2にそれぞれ含まれる磁界変調電圧成分を加算し、同相ノイズ成分をキャンセルした電圧を出力することができ、優れた感度で磁界検出を行うことができる。

【0183】なお、スパイク状のバルス電流を発生する電流源4a、5aとしては、公知の回路で実現することができる。たとえば、無安定マルチバイブレータから出力される立ち上がり、立ち下がりエッジが急峻なバルス電圧を微分してからダイオード検波してその半波電圧を求め、この電圧を感磁アモルファス体1aに印加してもよい。

【0184】また、一対の半導体スイッチを直列接続して電流源4a又は電流源5aとしてもよい。この場合、これら半導体スイッチは同一タイミングでオン状態とオフ状態との間で逆動作する。このようにすれば、両半導体スイッチのオン状態とオフ状態との間の過渡期間が僅かに重なるため、この過渡期間だけスパイク状のバルス電流を感磁アモルファス体1に通電することができる。

（変形態様）なお、この実施例において、感磁アモルファス体1aの長手方向一半部又は長手方向他半部のどちらかを磁気シールドしてもよい。この場合、信号電圧Vs1、Vs2のうち、磁界変調成分は同一方向となるようにピックアップコイル2a、3aが感磁アモルファス体1aに巻装される。このようにすれば、差動増幅器10の出力電圧は、磁気シールドされてノイズ電圧のみの一方の電圧を、他方の磁界変調電圧+ノイズ電圧から差し引くので一層、コモンモードノイズを低減することができる。

（電流源4、5の例）図9に電流源4a、5aの好適例を示す。

【0185】この電流源4a、5aは、高位電源端+Vと感磁アモルファス体1aの一端11aとを接続するPMOSTランジスタ41a、高位電源端+Vと感磁アモルファス体1aの他端12aとを接続するPMOSTランジスタ51a、及び、接地端と感磁アモルファス体1aの中央とを接続するNMOSTランジスタ100aからなる。これらトランジスタ41a、51a、100aには同一バルス電圧Vpが印加される。

【0186】このようにすれば、バルス電圧Vpの立ち上がりエッジ及び立ち下がりエッジすなわち過渡期間に

において、感磁アモルファス体1aの両半部には互いに独立にスパイク状のバース電流が流れる。

【0187】この回路の利点は、スパイク状のバース電流を得るためのPMOSTランジスタ42a、51aと、NMOSTランジスタ100aとが感磁アモルファス体1aを挟んでそれぞれ異なる電源サイドに配置しているため、PMOSTランジスタ42a、51aも、NMOSTランジスタ100aも、両方ともソース接地動作することができ、それらのオン抵抗を低減できる、過渡期間におけるスパイク状のバース電流を増大できる点にある。なお、NMOSTランジスタ100aの過渡期間のオン抵抗は感磁アモルファス体1aのインピーダンスと比較して十分小さく設定されている。

【0188】

【実施例6】実施例6のMIセンサを図10に示す回路図を参照して説明する。

（構成）この実施例では、実施例5（図8参照）のサンプリング回路8a、9aをリセット回路200aに置換した点をその特徴としている。

【0189】このリセット回路200aは、放電抵抗201a、直列接続コンデンサ202a、トランジスタ203aからなる。rbはリセットスイッチをなすエミッタ接地トランジスタ203aのベース電流制限抵抗である。

【0190】初段増幅器6aの出力電圧Vs1'は直列接続コンデンサ202aを通じて差動増幅器10aの+入力端に入力される。放電抵抗201aは直列接続コンデンサ202aの入力端と接地ラインとを接続し、直列接続コンデンサ202aの出力端はリセットスイッチ203aを通じて接地されている。

（動作）この実施例では、リセットスイッチ203aは、実施例5のサンプリング回路8aのオン（サンプリング）期間の間だけオフし、その他の期間はオンしている。

【0191】したがって、差動増幅器10aの+入力端の電位は、上記サンプリング期間すなわち感磁アモルファス体1に通電する期間以外は接地されているため、差動増幅器10aにノイズ電圧を入力することがない。そして、感磁アモルファス体1aへの通電期間にはリセットスイッチはオフして、初段増幅器6aの出力電圧は直列接続コンデンサ202aを通じて差動増幅器10aの+入力端に出力される。

【0192】なお、放電抵抗201aは省略することも可能である。ただし、この実施例では、放電抵抗201と直列接続コンデンサ202aとで高域通過フィルタ（HPF）を構成して、磁界に影響されることが少ない低周波成分をカットしている。

【0193】204は微分回路、205aは検波ダイオードである。図9のトランジスタ41a、51a、100aと同期して微分回路204aには、たとえば図示しない

無安定マルチバイブレータからバース電圧Vpが入力され、このバース電圧Vpは微分回路で微分されて微分電圧Vp'となり、この微分電圧Vp'がリセットスイッチであるトランジスタ203のベース電極に入力される。

【0194】この実施例の回路によれば、サンプリング回路ではなくリセット回路を用いているので、サンプリング回路に付随するサンプリングノイズやKTCノイズなどをカットすることができ、更にいわゆるアナログスイッチと呼ばれる双方向性トランスファゲートを必要としないので回路構成の自由度が増大する。

【0195】

【実施例7】実施例7のMIセンサを図11、図12を参照して以下に説明する。図11はこのMIセンサの部分縦断面図を、図12はその部分平面図を示す。

（構成）この実施例はMIセンサの感磁アモルファス体1aの支持構造を工夫したものであって、端的に言えば、感磁アモルファス体1aは図8に示す初段増幅器6a、7aや電流源2a、3aが集積された半導体ICチップ400a上に固定されている。

【0196】401aは一導電型のシリコン基板、402aは基板401a上に形成された絶縁膜、403aは絶縁膜402a上にホトリソグラフィにより形成されたアルミコンタクト領域、404a〜406aは金線からなるボンディングワイヤである。

【0197】アモルファスワイヤ1の両端部（一方のみ図示）は、アルミコンタクト領域403a上に搭載され、その上からボンディングワイヤ404a〜406aをボンディングすることによりアルミコンタクト領域403a上に固定されている。

【0198】したがって、この実施例では、アモルファスワイヤ1aの中間部は絶縁膜402aの表面からアルミコンタクト領域403aの高さ分隔壁されている。アモルファスワイヤ1aの直下の絶縁膜を少しエッチングしてギャップを大きくすることも可能である。

【0199】本構成によれば次の作用効果を奏することができる。

【0200】まず、アモルファスワイヤ1aの有効な磁気インピーダンス変調効果発生部分は、両端側の一方のアルミコンタクト領域403a間の距離により極めて正確に決定することができ、そのばらつきによる感度ばらつきや信号電圧のレベルシフトを格段に低減することができる。

【0201】アモルファスワイヤ1aの固定は、ICのワイヤボンディング工程と一緒に行うことができ、工程を簡素化することができる。

【0202】

【実施例8】以下、本発明のMIセンサにおける感磁アモルファス体接合方法の実施例を示す。

【0203】本実施例では、図13に示す超音波接合機

5を用いて図14に示すように接合した。

【0204】図13において、6は試験片、12はボンディングツール、20は発振器、30はコーン、40は超音波振動子、50はアンビルである。

【0205】先ず、アモルファス金属として、FeCoSiBの組成をもち、直径が30 μ mのアモルファスワイヤ60を使用した。相手材70としては、一辺が50mmで厚さが0.5mmの正方形のエポキシ基板78上に、厚さ0.03mmの銅箔76が貼り付けられ、その上に厚さ3 μ mの無電解Niメッキ74が施され、この無電解Niメッキの表面に厚さ3 μ mのアルミニウム72を蒸着したものを用いた。なお、銅箔76の上に無電解Niメッキを施し、その表面にアルミニウム72を蒸着した相手部材79はエポキシ基板78上に複数設けてある。

【0206】アモルファスワイヤ60を、図14に示したように、ワイヤ60を脱脂洗浄し、その後、ワイヤ60を水洗いして乾燥した。

【0207】次に、このアモルファスワイヤ60を相手材70の上に配置し、アモルファスワイヤ60の上へ、接合用金属である直径300 μ mのアルミニウムワイヤ65を重ねた。

【0208】さらにその上に、ボンディングツール12から送られる超音波振動を与えることで、相手材70とアモルファスワイヤ65とを接合した。なお、ボンディングツール12の出力は、4W、振動時間は、0.7秒、振動周波数は、60KHz、荷重は200gである。

【0209】このようにして、アモルファスワイヤ65と相手材70とが接合するのに必要な量のアルミニウムワイヤ65を接合したのち、余分なアルミニウムワイヤ65を切断した。

*

*【0210】なお、超音波振動の条件は、出力は1~10W、振動時間は0.1~1.5秒、振動周波数は、60KHz、荷重は0.1~2.0kgの範囲で実施できた。但し、本発明は、上記条件にしばられるものではない。

【0211】(評価)以上のような接合方法に従って図16に示す試験片6を作製した。

【0212】この場合、試験片6は、中心に直径10mmの開口部71を有し、一辺が30mmの正方形の相手材70を用意した。そして、この開口部71を横断するように、相手材70の上に20mmの長さのアモルファスワイヤ60を設置して、このワイヤ60の両端と相手材70とを上記実施例の接合方法で接合した。この試験片は5つ作製した。

【0213】(比較例)接合用金属であるアルミニウムワイヤ65を用いなくて、そのままアモルファスワイヤ65と相手材70とを実施例と同じボンディングツール12を用い、同じ条件で接合した。これら以外は実施例と同様である。この比較例の試験片も、実施例と同様に5つ作製した。

【0214】(引張試験)上述した実施例と比較例との合計10個の試験片を用いて接合程度を調べた。この方法は、各試験片に接合されたアモルファスワイヤ60の中心をJ型形状の金具で引っかけて垂直方向に引っ張り、アモルファスワイヤ60が切れるまで、または、アモルファスワイヤ60と相手材70との接合部80が剥がれるまでの荷重を測定した。このときの荷重を表1に示す。

【0215】

【表1】

(単位: g)

実施例	引張荷重	アルミ超音波接合 破断モード	備考
1	232	ワイヤ中央部で切れる	
2	242	ワイヤ中央部で切れる	
3	239	ワイヤ中央部で切れる	
4	220	ワイヤ中央部で切れる	
5	230	ワイヤ中央部で切れる	
平均	232.6		
比較例	引張荷重	超音波接合のみ 破断モード	備考
1	-	(ワイヤ接合時折れる)	測定不可
2	58	剥がれる	
3	-	(ワイヤ接合時折れる)	測定不可
4	-	(ワイヤ接合時折れる)	測定不可
5	54	剥がれる	
平均	-		

【0216】表1より明らかなように、実施例で得られた試験片は、すべてワイヤの中心で破断し、荷重の最高値は実施例2の242g、最低値は実施例4の220g、平均値は232.6gであった。

【0217】これに対し、アルミニウムワイヤ60を用いないで接合した比較例の試験片の場合、比較例1、3、4では、アモルファスワイヤ60が接合時に折れてしまった。また比較例2と5とでは、アモルファスワイヤ60と相手材70とを接合できても、引張試験を行った後、接合部分が剥がれてしまった。このときの引張荷重は、比較例2では58g、比較例5では54gであった。実施例の荷重の平均値は比較例のものより、著しく高い。従って実施例は、良好な接合であることが判る。

【0218】参考までに、実施例のアモルファスワイヤの接合部分の断面写真を図17に示す。図17より明らかなように、アモルファスワイヤの周囲全体に接合用金属であるアルミニウムワイヤが一体になって存在し、両者がよく馴染んで濡れていることが判る。

【0219】

【実施例9】以下、本発明のアモルファス金属接合体の他の実施例を図18、図19を参照して説明する。

【0220】1bはMIセンサの回路部が集積されたシリコンICチップであり、11bはその一導電性のシリコン基板、12bはシリコン基板11bの表面に形成されたパッシベーション用の複合絶縁膜である。

【0221】複合絶縁膜12b上の所定領域には、アルミニウムを素材とするランド（コンタクト領域）2bが既知のホトリソグラフィ工程で形成され、ランド2bは図示しない位置にて複合絶縁膜12bに形成された開口を通じて、シリコン基板11b上の所定の逆導電性の領域にコンタクトされ、シリコン基板11bに集積された図示しない回路部と接続されている。

【0222】3bはアモルファスワイヤであり、このアモルファスワイヤ3bの軸方向両端部（図14参照）は、アルミからなるボール（本発明でいう接合用金属部材）4bでランド2bに接合されている。ボール4bは球形でなくてもよく、板状、半球状など形状は自由である。

【0223】接合工程を説明すると、ICチップ1b上に形成された一対のランド2上にアモルファスワイヤ3bの両端部を個別に配置し、その上にボール4bを搭載し、その上から超音波ヘッド5bを押しつけて、ランド2b、アモルファスワイヤ3b及びボール4bの三者を強く超音波接合する。

【0224】この時、ボール4bは変形して、アモルファスワイヤ3bに接合されるとともに、アモルファスワイヤ3bの両側でランド2bに接合される。これにより、アモルファスワイヤ3bとランド2bとの接合部6bは変形したボール4bにより良好に囲覆、保護される。

【図面の簡単な説明】

【図1】 実施例1のMIセンサの垂直断面図である。

【図2】 図1のA-A線矢視断面図である。

【図3】 実施例2のMIセンサの要部水平断面図である。

【図4】 実施例3のMIセンサの垂直断面図である。

【図5】 図4のMIセンサの長手方向と直角方向の垂直断面図である。

【図6】 実施例4のMIセンサの垂直断面図である。

【図7】 図6のMIセンサの長手方向と直角方向の垂直断面図である。

【図8】 実施例5のMIセンサを示す回路図である。

【図9】 図8の電流源の一例を示す回路図である。

【図10】 実施例6のMIセンサを示す回路図である。

【図11】 実施例7のMIセンサの部分縦断面図である。

【図12】 実施例7のMIセンサの部分平面図である。

【図13】 実施例8で使用した超音波接合機を示す図である。

【図14】 実施例8のアモルファスワイヤの接合を示す図である。

【図15】 実施例8でアモルファスワイヤの表面を脱脂洗浄する装置の図である。

【図16】 実施例8で使用した引張試験の図である。

【図17】 実施例8のアモルファスワイヤの接合部分の断面の顕微鏡写真図である。

【図18】 実施例9のMIセンサ用アモルファス金属接合体の部分断面図である。

【図19】 実施例9のMIセンサ用アモルファス金属接合体の部分側面図である。

【符号の説明】

（実施例1～7）

1：台座

2：蓋（囲包部材）

3：アモルファスワイヤ（感磁アモルファス体）

4：ピックアップコイル

5：接続用導電プレート付きリード端子（金属相手材）、

6：接合用金属部材

11：ピックアップコイル載置溝（実施例8）

5：超音波接合機

6：試験片

12：ボンディングツール

20：発振器

30：コーン

40：超音波振動子

50：アンビル

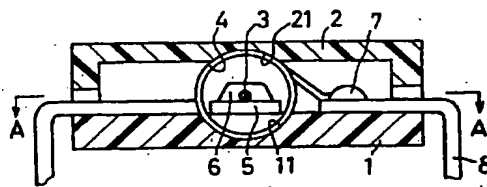
60:アモルファスワイヤ
65:アルミニウムワイヤ
70:相手材 71:開口部
72:アルミニウムメッキ
74:無電解Niメッキ
76:銅箔
78:エポキシ基板
79:相手部材
80:接合部

* (実施例9)

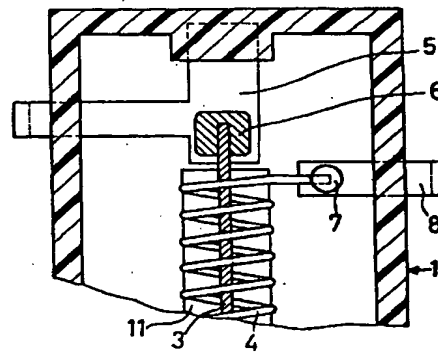
1b:シリコンICチップ
2b:ランド(金属相手材)
3b:アモルファスワイヤ(アモルファス金属部材)
4b:ボール(接合用金属部材)
5b:超音波ヘッド
11b:シリコン基板
12b:複合絶縁膜

*

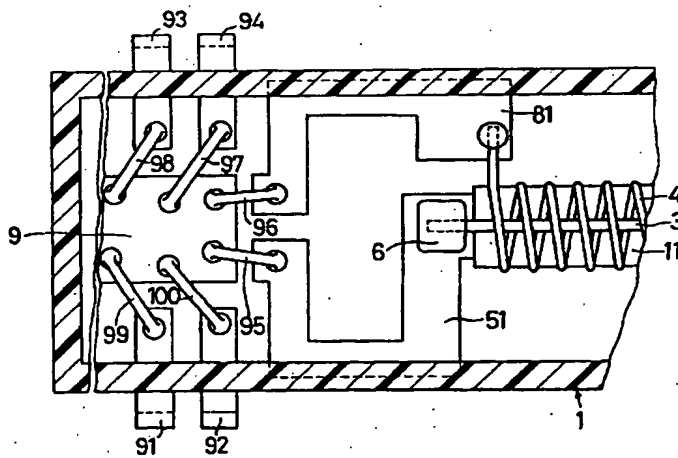
【図1】



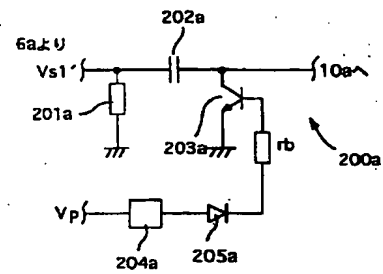
【図2】



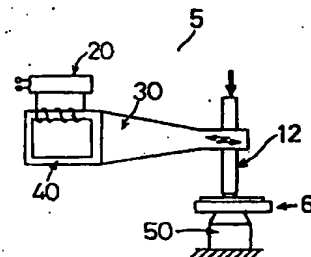
【図3】



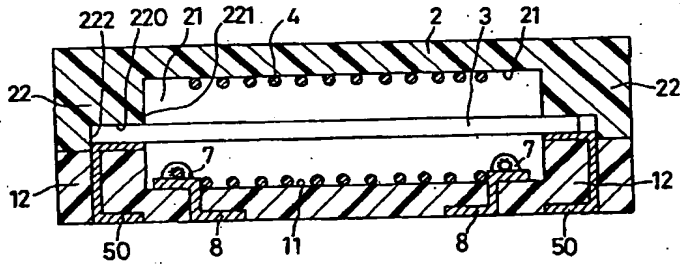
【図10】



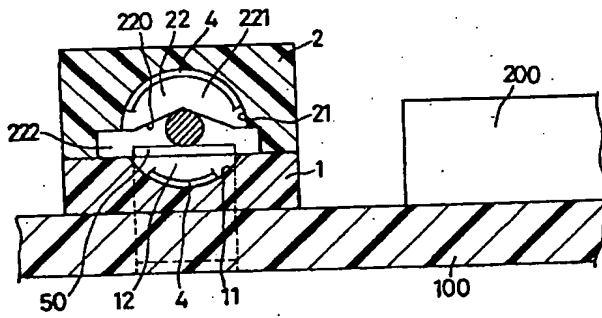
【図13】



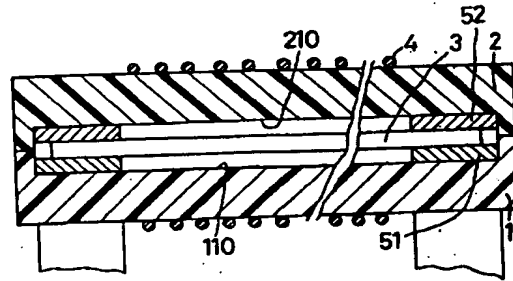
【図4】



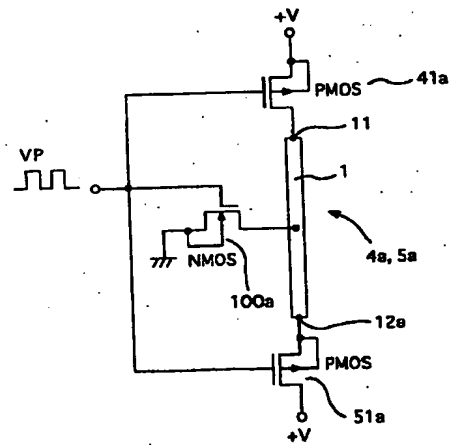
【図5】



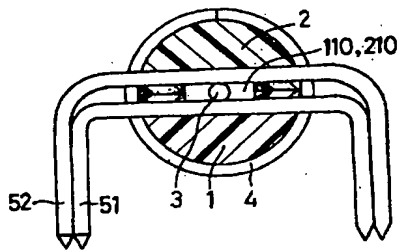
【図6】



【図9】



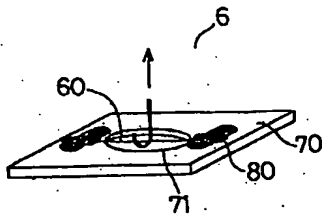
【図7】



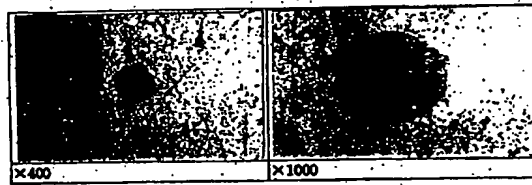
(23)

特開2001-133530

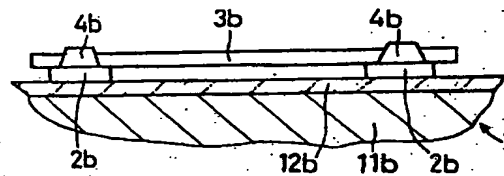
【図16】



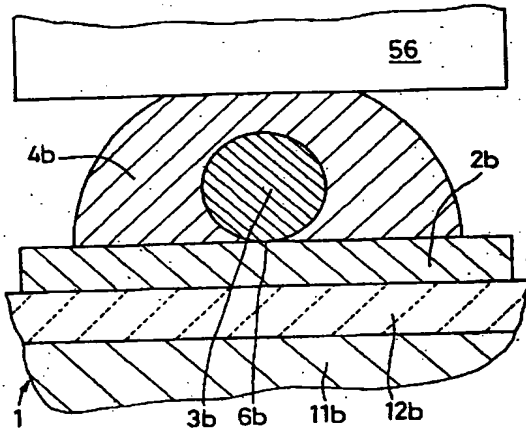
【図17】



【図19】



【図18】



フロントページの続き

(72)発明者 本蔵 義信
愛知県東海市荒尾町ワノ割1番地 愛知製
鋼株式会社内

(72)発明者 山本 道治
愛知県東海市荒尾町ワノ割1番地 愛知製
鋼株式会社内

(72)発明者 毛利 佳年雄
愛知県名古屋市天白区島田黒石1213番地
Fターム(参考) 2G017 AA02 AB05 AB06 AC05 AC06
AD51 BA03